

APROXIMACIÓN A LA APLICACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CULTIVO (KCB) EN EL ESTUDIO DEL DESARROLLO DE UN CULTIVO

*José Andrés Navarro Arnés
Observador de Meteorología, OMA de El Hierro
Ingeniero Técnico Agrícola*

INTRODUCCIÓN

El cálculo de la evapotranspiración de referencia (**ET_r**) es el primer paso para el conocimiento de la Evapotranspiración (**ET**) de un cultivo.

Los coeficientes de cultivo (**K_{cb}**), específico para cada cultivo, es la relación entre la ET y la ET_r.

Su valor se determina experimentalmente y es función de un elevado número de factores, principalmente de las características del cultivo, fechas de siembra o plantación, ritmo de desarrollo y duración del ciclo biológico. Además depende de las condiciones climáticas, disponibilidad de agua en el suelo, estado sanitario, técnicas culturales y especialmente, durante la etapa de crecimiento, frecuencia de lluvias o riego (Doorembos y Pruitt).

El K_{cb} aumenta a medida que lo hace el índice del área foliar (LAI), aumentando hasta valores máximos (1-1,23) y descendiendo a partir de este máximo cuando empieza la senescencia foliar hasta valores de 0,25-0,3.

La evolución de la curva de los K_{cb} está representada matemáticamente por una curva polimomial.

Se puede relacionar la evolución de los valores de K_{cb} con el concepto de Integral Térmica (**TU**), aunque con errores y dificultades. La Integral Térmica Acumulada durante el ciclo biológico del cultivo (siembra - maduración fisiológica) calculada a partir de una temperatura umbral mínima, siembra, y como suma de las temperaturas activas, función de cada cultivo.

METODOLOGÍA

Hacer notar que este trabajo es simplemente una aproximación, por lo que se obvian factores citados anteriormente, y limitándose a las temperaturas medias (**t_m**) como datos base de cálculo, debiéndose introducir factores correctivos de cara a una mayor aproximación y la falta de un estudio de campo que valide los resultados.

El marco de trabajo es la Isla de El Hierro (Canarias), que por su pequeña extensión 287 Km², su variabilidad climática, función de su orografía, y la aceptable red termopluviométrica del INM permite la obtención y comparación de datos con cierta fiabilidad.

Partiendo de las t_m mensuales de las estaciones de la red, se establece la temperatura umbral mínima (**tum**) para el inicio del desarrollo del cultivo, que en este trabajo se ha aproximado al cultivo del maíz, con una t_{um} de 15°C.

Superada en el tiempo esta temperatura se calculan las temperaturas acumuladas sobre las temperaturas activas ($t_a = 10^\circ\text{C}$), que definirán la TU. y que alcanzando un valor definido (específico para cada cultivo) delimitarán la madurez fisiológica (1000 -1500 °C para el maíz).

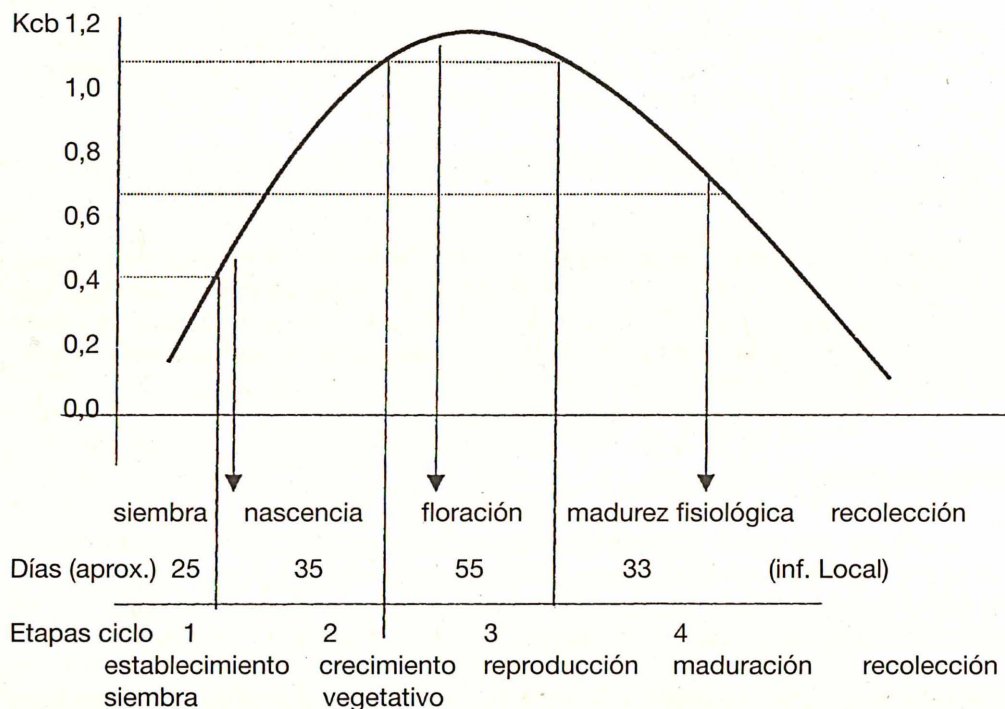
Se establece la relación entre la TU. y los Kcb. a través de la ecuación de Amos et al. (1989), utilizando la fracción de la TU (**FTU**) durante el ciclo biológico, pudiéndose obtener los diferentes Kcb en cada instante del ciclo.

$$Kcb = 0,2 + 2,00FTU - 1,78 FTU^4 \quad (\text{ecuación de Amos})$$

Estos Kcb se aplicarán a la ETr para la obtención de la ET.

Sien embargo, hay ciertos valores de Kcb que definen diferentes estadios, coincidentes con fases Fenológicas típicas de cada cultivo.

Los valores de Kcb. que definen las diferentes etapas de crecimiento, coincidentes con las diferentes fases fenológicas se establecen, en el maíz:



El proceso de cálculo sería el siguiente:

Se calcula el día en que la t_{um} sea 15°C.

A partir de esta fecha se calcula TU y FTU sobre $t_a = 10^{\circ}\text{C}$.

Se calculan Kcb mensuales, según la ecuación de Amos, para el ciclo vegetativo.

Se calculan los Kcb. puntuales para:

Kcb = 0,4 Nascencia – Inicio período vegetativo

Kcb = 1,1 Inicio Floración

Kcb = 1,1 Fin período reproductivo

Kcb = 0,65 Madurez fisiológica

El ciclo de cultivo finaliza al alcanzarse el valor predeterminado de $TU = 1000^{\circ}\text{C}$

Se calcula el nº de días del período siembra – cosecha

Se estudia la viabilidad del cultivo para la zona (estación) estudiada

Se aproximan, a través de los Kcb, las fechas de las diferentes fases fenológicas.

En el caso de que las condiciones climáticas sean favorables, se analiza la más avanzada en el tiempo, empezando por el 1 de Enero, que no necesariamente es la óptima, y sin otros condicionantes.

Se añade resumen de balance hídrico y necesidades de riego, según el método FAO.

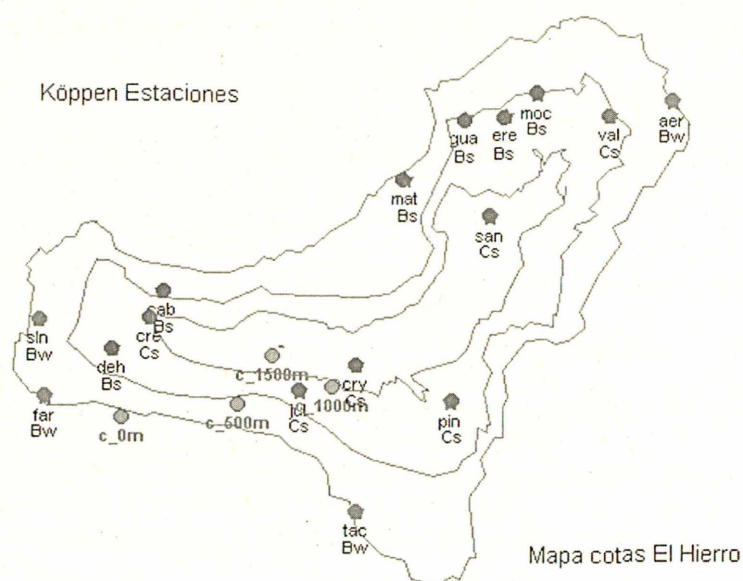
Se calculan las ETr, por el método de Blaney- Criddle, correlacionado con Penman-Monteith (FAO), $r^2 = 0,97$, para poder utilizar los datos de las estaciones termopluviométricas de la red, a las que se aplica el Kcb para obtener ET.

Aplicación a la Isla de El Hierro

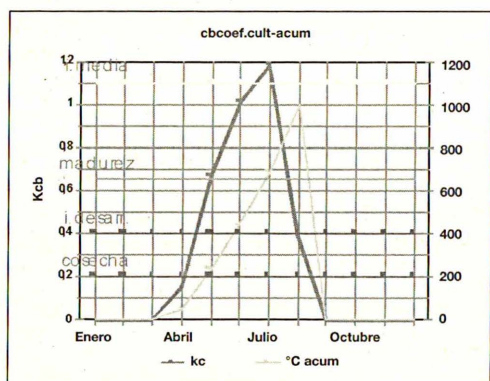
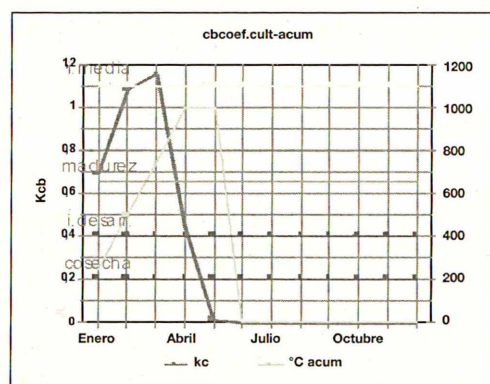
Como se indicó, se trabaja sobre la red termopluviométrica del INM en la Isla de El Hierro, habiendo seleccionado una serie de estaciones como más representativas por sus aptitudes agrícolas y por representar diferentes zonas climáticas, según criterios de Köppen.

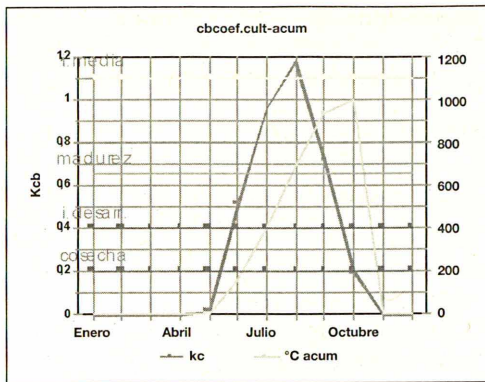
Se ha realizado un doble estudio, seleccionadas las diferentes estaciones se utiliza el criterio, ya comentado, de ver la viabilidad del cultivo sobre una temperatura umbral mínima de comienzo del desarrollo (15°C), y otro para una estación, Aeropuerto, viendo su evolución según diferentes momentos de siembra: invierno, primavera, verano, otoño.

Mapa de estaciones - Clasificación climática de Köppen

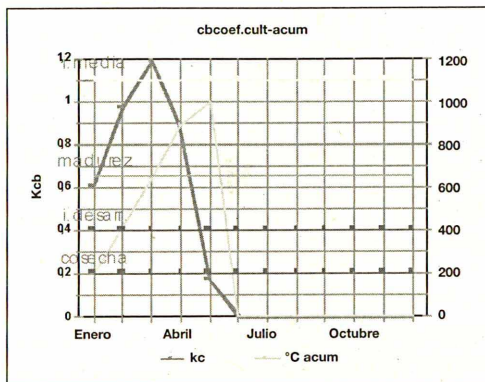


Diagramas Estaciones

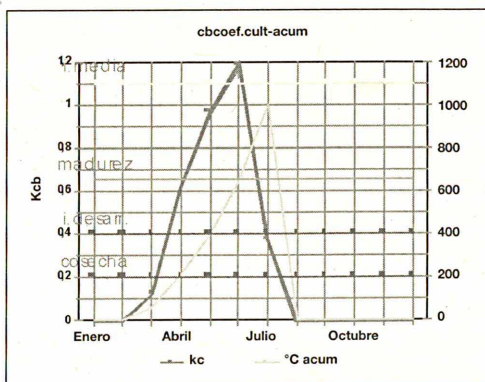




Estación: San Andrés (**san**)
 Köppen: Templado cálido inv.seco
 Asnm: 1025 m
 Ciclo: 135 días
 Siembra: 26-V
 Nascencia: 9-VI
 Ini. floración: 5-VIII
 Fin reproducción: 21-VIII
 Madurez fisiológica: 1-IX
 Recolección: 11-X
 Def. Hídrico: 308 mm ET= 400 mm
 Viabilidad: verano



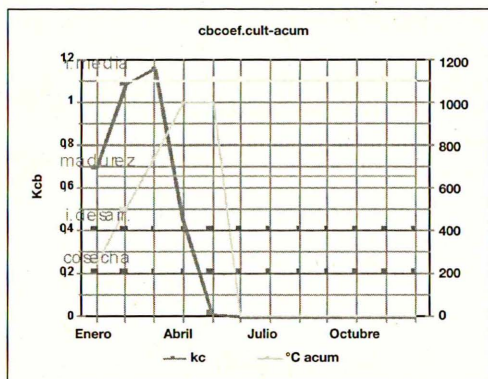
Estación: Sabinosa (**sab**)
 Köppen: estepa
 Asnm: 270 m.
 Ciclo: 132 días
 Siembra: 25-XII
 Nascencia: 5-I
 Ini. floración: 3-III
 Fin reproducción: 25-III
 Madurez fisiológica: 25-IV
 Recolección: 7-V
 Def. Hídrico: 206 mm ET= 361 mm
 Viabilidad: todo el año



Estación: Pinar (**pin**)
 Köppen: Templado cálido inv.seco
 Asnm: 825m
 Ciclo: 129 días
 Siembra: 20-III
 Nascencia: 2-IV
 Ini. floración: 4-VI
 Fin reproducción: 19-VI
 Madurez fisiológica: 5-VIII
 Recolección: 9-VII
 Def. Hídrico: 285 mm ET= 373 mm
 Viabilidad: primavera -verano

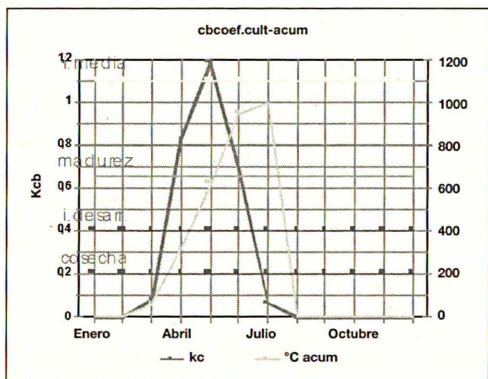
Estudio de la estación Aeropuerto con diferentes momentos de siembra

Estación: Aeropuerto (aer) Köppen: desierto Asnm: 30m



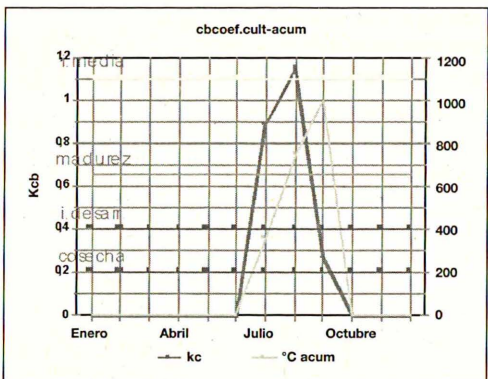
invierno

Ciclo: 121 días
Siembra: 24-XII
Nascencia: 3-I
Ini. floración: 25-II
Fin reproducción: 18-III
Madurez fisiológica: 7-IV
Recolección: 25-IV
Def. Hídrico: 293 mm ET= 401 mm



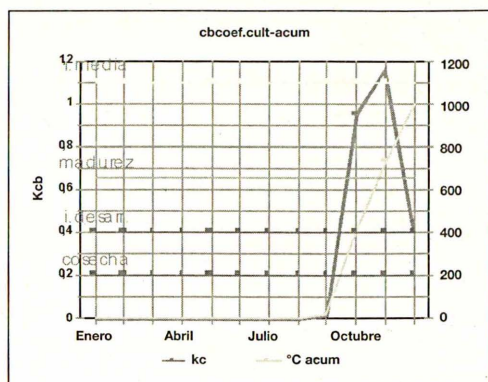
primavera

Ciclo: 102 días
Siembra: 20-III
Nascencia: 28-III
Ini. floración: 9-V
Fin reproducción: 21-V
Madurez fisiológica: 16-VI
Recolección: 2-VIII
Def. Hídrico: 299 mm ET= 346 mm



verano

Ciclo: 79 días
Siembra: 22-VI
Nascencia: 28-VI
Ini. floración: 10-VIII
Fin reproducción: 17-VIII
Madurez fisiológica: 2-IX
Recolección: 10-IX
Def. Hídrico: 302 mm ET=305 mm



otoño

Ciclo: 91 días

Siembra: 21-IX

Nascencia: 27-IX

Ini. floración: 7-XI

Fin reproducción: 18-XI

Madurez fisiológica: 5-XII

Recolección: 21-XII

Def. Hídrico: 178 mm ET= 255 mm

Conclusiones:

El método habitual de uso de los Kcb es por medio de valores preestablecidos para cada cultivo. La introducción de la ecuación de Amos permite singularizar los Kcb a las condiciones climáticas específicas de la zona, además de facilitar el cálculo por computerización, y al relacionarse con la Integral Térmica permite evaluar diferentes momentos de siembra y en consecuencia duración del ciclo biológico del cultivo, así como predecir las diferentes fases fenológicas. El hecho de que el Kcb sea un dato residual en el cálculo de la ET podría añadir valor a su uso.

Como se ha comentado falta la necesaria comprobación mediante estudios de campo, así como la necesidad de ajustar los valores preestablecidos (tomados de la literatura consultada), aunque tras consultas efectuadas se puede afirmar que existe cierto grado de aproximación que podría permitir un estudio más exhaustivo.

Bibliografía:

Varios, Agronomía del Riego, Ed. MundiPrensa, Universidad de Castilla La Mancha, 1993.

Elías Castillo F., Castellví Sentís, Agrometeorología, MAPA-MundiPrensa 1996.

Doorembos, J; Pruitt W.O.; Crop water requirements. FAO Irrigation and drainage, paper nº 24, FAO, 1977.

Navarro Arnés J.A., Agroclimatología de la Isla de El Hierro; Trabajo fin de carrera, EUITAB, 1998.

FAO, Ecocrop 1, The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database, test version 1.1, 1996.